

РАЗВИТИЕ МОНОЛИТНОГО ДОМОСТРОЕНИЯ В РОССИИ

¹Швалев М. Д., ¹Мальцева И. Н.

¹Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

e-mail: shvalev.mixail@yandex.ru, i.n.maltceva@urfu.ru

Аннотация. Статья посвящена вопросам технологии возведения монолитного железобетонного каркаса многоэтажного жилого дома с применением опалубочного оборудования фирмы PERI. На основе анализа научных публикаций, инструкций по ведению опалубочных работ, в статье рассматриваются различные технологии производства опалубочных работ и условия необходимые для применения того или иного опалубочного оборудования. Приведены основные факторы, определяющие технологические и экономические составляющие возведения монолитного железобетонного каркаса. Обоснованы технические решения по подбору комплекта опалубочного оборудования для вертикальных несущих элементов и дисков перекрытий.

Ключевые слова: строительство, монолитное домостроение, опалубка, каркас, технология.

THE DEVELOPMENT OF MONOLITHIC HOUSE-BUILDING IN RUSSIA

M. D. Shvalev¹, I. N. Maltceva¹

¹Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia

e-mail: shvalev.mixail@yandex.ru i.n.maltceva@urfu.ru

Abstract. The article is devoted to the development of technology for the construction of monolithic reinforced concrete frame of a multistory residential building with the use of PERI formwork equipment. Based on the analysis of scientific publications, instructions for conducting formwork work, the article discusses various technologies for the production of formwork work and the conditions necessary for the use of particular formwork equipment. The main factors that determine the technological and economic components in the construction of a monolithic reinforced concrete frame are given. The technical solutions for the selection of a set of formwork equipment for vertical bearing elements and floor disks are substantiated.

Key words: building, monolithic house building, formwork, frame, technology.

1. Введение

В конце 2017 года крупнейший в мире производитель опалубки и строительных лесов немецкая фирма PERI проводила чемпионат по решению технических задач среди строительных ВУЗов России.

Компания PERI, основанная в 1969, сегодня является одним из крупнейших в мире производителей опалубки и строительных лесов. Основное производство расположено в г. Вайсенхорн на юге Германии. При этом 64 дочерние компании и 120 логистических центров функционируют по всему миру. PERI уже более 40 лет является лидером и надежным партнером строительных компаний в области опалубки и строительных лесов. В России фирма представлена головным офисно-складским комплексом, расположенным

в г. Ногинске, а также представительствами, находящимися в большинстве крупных городов [1].

С целью развития монолитного домостроения и продвижения своей продукции фирма PERI проводила комплекс мероприятий в ведущих университетах России, во время которых специалисты компании освещали вопросы, не рассматриваемые в базовом образовательном курсе монолитного домостроения. К ним относятся «Практика высотного монолитного строительства в РФ», «Архитектурный бетон и проектирование 3D опалубки» [2].

Следующим шагом было объявление о начале регистрации команд, желающих принять участие в Чемпионате PERI среди строительных ВУЗов России и предложено задание, в котором было необходимо выполнить подбор опалубочной системы для возведения в кратчайшие сроки монолитного каркаса двух секций шестнадцатиэтажного жилого дома с планами раскладки опалубки на стены, перекрытия и полным экономическим обоснованием выбранного технического решения. На разработку и представление проектного решения отводился 1 месяц.

Всего на конкурс зарегистрировались 74 команды из большинства ведущих архитектурно-строительных университетов России. В Институте строительства и архитектуры Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина сформировалась команда из четырех студентов, решивших предложить свое видение технологических и экономических аспектов работы по возведению монолитного здания с использованием опалубки фирмы PERI.

2. Подбор опалубки для вертикальных несущих элементов

Вначале была построена трехмерная информационная модель возводимого здания в программе Allplan, при помощи которой просчитывались объемы работ, требуемые площади опалубки стен, пилонов, колонн и перекрытий.

Было проведено сравнение основных опалубочных систем компании, в результате которого окончательно определились с тем, какую из моделей необходимо использовать, чтобы уложиться в отведенные сроки и получить наибольшую экономическую выгоду. В системе опалубки PERI «LIWA» не было необходимой для нас высоты щитов (3,2 м), что повышало трудоемкость использования данной системы в процессе опалубливания (распалубливания) конструкций и вело к увеличению сроков строительства. Поэтому в дальнейшем мы производили выбор между системами «TRIO» и «MAXIMO».

Таблица 1

Сравнение трудоемкости опалубочных систем

Опалубочная система	Установка	Демонтаж
	чел.-ч/м ²	чел.-ч/м ²
TRIO	0,25	0,2
LIWA	0,4	0,3
MAXIMO	0,2	0,15

Весомым преимуществом новой опалубочной системы MAXIMO перед предыдущими поколениями опалубки, является:

- значительная экономия времени, за счет односторонней установки анкеров и меньшего их количества;
- улучшенная поверхность бетона благодаря равномерному расположению щитовых швов и анкерных мест;

- повышенная прочность, а, следовательно, и долговечность опалубки за счет дополнительного металлического профиля в середине щита.

Элементы опалубочной системы «TRIO» дешевле «MAXIMO», но по нашим расчетам срок возведения одного этажа с опалубкой «TRIO» увеличивался на 2 дня, а общий на 36 дней. Поэтому выгода от меньшей стоимости нивелируется необходимостью в более продолжительном сроке аренды не только опалубки, но и дополнительного строительного оборудования [3]. Таким образом, мы сделали вывод, что в данном проекте экономически целесообразно использовать современную опалубочную систему «MAXIMO».



Рис. 1. Сравнение опалубочных щитов TRIO и MAXIMO

3. Подбор опалубки для перекрытий

С выбором типа опалубки для перекрытий дела обстояли куда проще, чем для стен, так как наиболее распространенной системой, доказавшей свою надежность, является опалубочная система PERI «MULTIFLEX».

Основными компонентами системы MULTIFLEX являются балки VT20K и GT24. Перехлест балок и изменяемое расположение продольных балок обеспечивает максимальную универсальность опалубки. В данном проекте была выбрана балка со сплошной стенкой VT20K в качестве продольной и поперечной так, как это является наиболее экономически эффективным решением при возведении перекрытий малой толщины, а также одинаковое исполнение значительно упрощает складирование и распределение балок [3].

4. Техника безопасности монолитных работ

В проекте мы уделили большое внимание разделу безопасности производства работ. Детально проработали такие вопросы как:

- обеспечение безопасной работы при возведении монолитного перекрытия;
- обеспечение безопасной работы при опалубливании и бетонировании вертикальных несущих элементов;
- обеспечение безопасной работы при возведении лифтовых шахт.

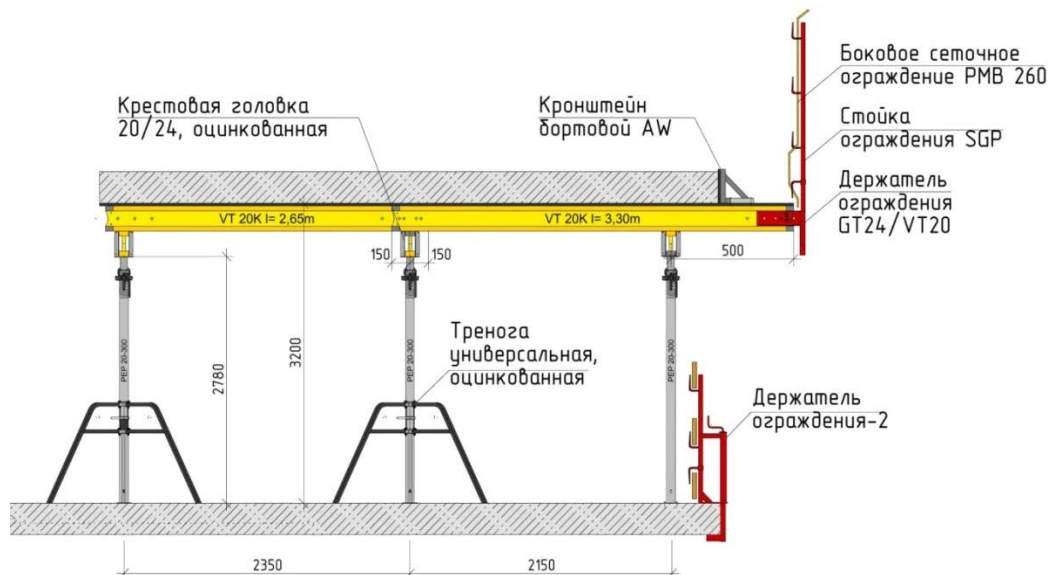


Рис. 2. Схема расстановки элементов торцевой опалубки

5. Технология производства монолитных работ

Мало просто определиться с опалубочными системами, необходимо подобрать оптимальные комплекты опалубки и организовать работы таким образом, чтобы не было простоев людей, а главное простоев дорогостоящей техники [4].

В данном проекте мы сошлись на том, что разбили вертикальные несущие элементы здания на захваты размером, обеспечивающим бесперебойность выполнения арматурных, опалубочных, бетонных работ. И подобрали под них необходимый комплект опалубки, опираясь на достаточно маленький промежуток набора прочности бетона для вертикальных несущих элементов, что обеспечило нам экономию на количестве арендованной опалубки и повысило совмещенность работ. Также при подборе элементов опалубки учитывалась симметричность расположения стен и колонн возводимого здания [5].

Комплект опалубки для перекрытия подбирался на типовой этаж согласно расчетам несущей способности опалубки. Для обеспечения неизменного качества потолочной поверхности монолитного перекрытия была определена оптимальная оборачиваемость фанеры (9 оборотов) и учтена ее подрезка +10% от общей площади. Для уменьшения времени выдержки бетона перекрытия и скорейшего ее распалубливания применяется способ установки поддерживающих стоек в количестве 1/3 от их общего числа [6].

При бетонировании плит перекрытия нежелательно образование холодных швов, но при больших площадях перекрытий без холодных швов обойтись невозможно. Нами был произведен анализ наиболее оптимального расположения холодного шва в плите перекрытия путем выгрузки 3D модели типового этажа в ПК САПФИР с заданием нагрузок и производением статического расчета в ПК ЛИРА-САПР.

Для демонстрации технологии производства работ в рамках конкурса была разработана анимационная 3D модель согласно графику производства работ.

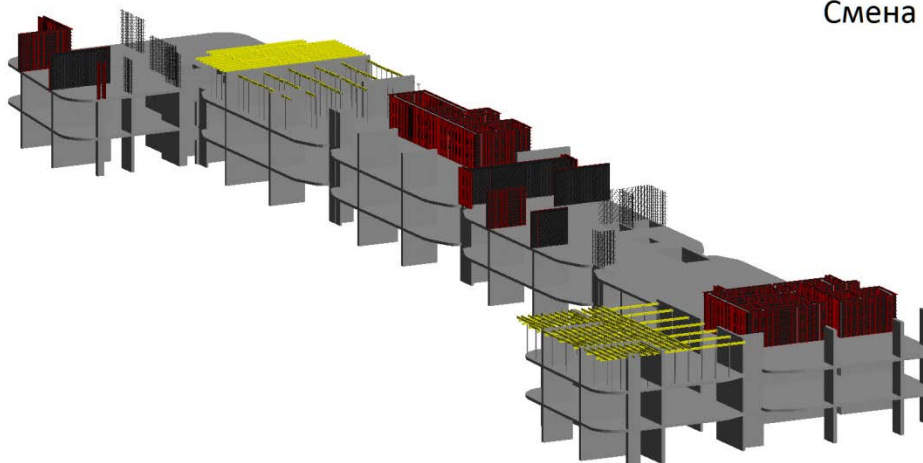


Рис. 3. Анимационная модель технологии производства работ

6. Сравнительный анализ аренды и покупки опалубочного оборудования

После разработки опалубочных планов конструкций и составления точных спецификаций на каждый элемент применяемой опалубки необходимо ответить на вопрос, что выгоднее в данном случае: покупка или аренда опалубочного оборудования.

Для ответа на данный вопрос был произведен экономический анализ.

Таблица 2

Стоимость опалубочного оборудования

Покупка	49 233 027 у.е.
Аренда, сутки - 144	13 346 435 у.е.

Из данного экономического сравнения следует, что покупка целесообразна при периоде использования от 530 суток, при меньшем периоде использования рекомендуется аренда данного комплекта опалубочного оборудования.

Если же организация постоянно ведет монолитные работы, переходя от объекта к объекту, целесообразно будет приобрести наиболее часто используемые элементы, а недостающие и редко используемые брать в аренду по мере необходимости.

7. Заключение

Проект получил высокую оценку членов жюри и вошел в шестерку лучших работ по России, а команда получила приглашение на презентацию своей работы в головной офис компании PERI (г. Ногинск).

Считаю, что такое сотрудничество крупных международных компаний и университетов повышает качество подготовки будущих специалистов в строительной сфере и помогает находить новые решения проблем монолитного домостроения.

В заключении хотелось бы пожелать будущим участникам конкурса смелее экспериментировать и не бояться применения нестандартных решений.

Список литературы

1. Ключевые события в истории компании PERI: интернет портал. URL: <https://www.peri.ru/company/history.html>
2. Проекты гражданского строительства компании PERI: интернет портал. URL: <https://www.peri.ru/projects/housing-and-multi-storey.html>

3. Техническая документация по опалубке для стен, колонн и перекрытий фирмы PERI: интернет портал. URL: <https://www.peri.ru/products/formwork.html>
4. Белецкий, Б.Ф. Строительные машины и оборудование: справочное пособие (для производителей, студентов строительных вузов, факультетов и техникумов).- Ростов н / Дону: Феникс, 2002.- 592с.
5. Актуальные проблемы повышения эффективности монолитного домостроения: интернет портал. URL: http://www.kchgta.ru/sites/default/files/u1/kadri_regionov/DPO/c2.pdf
6. Мазов Е.П. Технология возведения жилых домов из монолитного бетона. М., ЦНИИПИ монолит, 1992.-62с.